



Hoja Técnica N° 7

PENDIENTES DEL TERRENO Y FUNDAMENTOS DEL CAUDAL MÁXIMO NO EROSIVO

Por el Ing. Sebastián Beláustegui

Introducción

El caudal aportado en el surco (q) y la pendiente del terreno son, a nuestro criterio, las dos variables más importantes en un riego de superficie para lograr en este su máxima eficiencia sin afectación del terreno. Para esto debemos determinar el Máximo Caudal No Erosivo (q_m) que se pueda aportar en el surco.

Como indicáramos en el párrafo anterior, son las dos variables más importantes pero no las únicas, la velocidad de escurrimiento del agua en el surco dependerá entre otras cosas de:

- Caudal de aporte (q)
- Pendiente del lote (m)
- Textura del suelo (T_x)
- Grado de humedad del suelo (h°)
- Conformación del surco
- Estructura del suelo
- Etc.

Trataremos de explicar en la presente HT como juega relacionadas las dos primeras variables arriba indicadas.

Regla práctica de Caudal máximo no erosivo

La velocidad del agua en el surco estará afectada directamente por la pendiente. La inclinación del terreno es medida en porcentaje y se denomina pendiente (m). Se determina en metros de desnivel cada 100 metros de longitud.

Ejemplo: $m = 0,5 \%$ \Rightarrow 0,5 mts de desnivel en 100 metros

En consecuencia, en tanto mayor sea este plano inclinado, el agua escurrirá más rápido sobre su superficie. Si su velocidad aumenta, su capacidad de transporte de partículas será mayor, podrá transportar más cantidad de partículas y más grandes desde la cabecera hasta el pie del surco.

En esto consiste determinar un caudal no erosivo: definir un caudal lo mayor posible (máximo) que no afecte significativamente las capas superiores del suelo. En este juego influirá decisivamente también el tipo de suelo.

Existe una regla empírica dada por Criddell-Marr (1967) que determina para un riego de superficie el máximo caudal no erosivo, se expresa en galones por minuto, litros por segundo o m^3 por hora.



Hoja Técnica N° 7

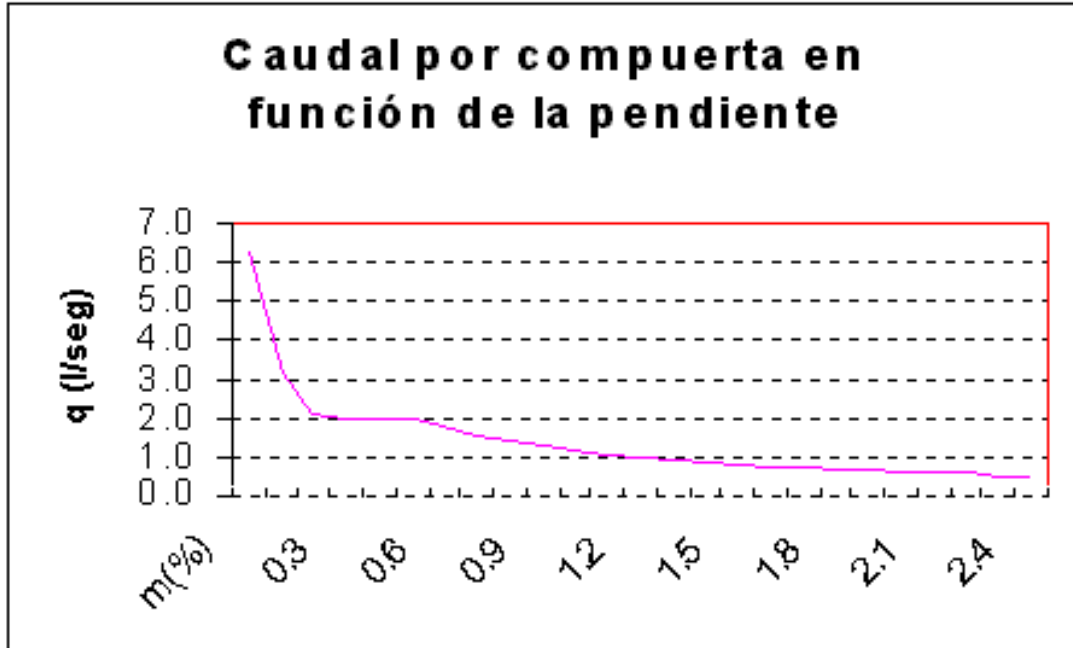
$$q_{mne} \text{ (lt/sg)} = \frac{0.63}{m(\%)}$$

Donde m(%) es la pendiente del terreno y

q_{mne} (lt/sg): el caudal máximo no erosivo para un **riego continuo**

Esta regla práctica debe ser corroborada en el campo con la observación directa por parte del regante y verificar la no erosión, ya que el tipo de suelo influye fuertemente sobre este efecto.

Cuando se trabaja con riego por Pulsos, el caudal máximo no erosivo puede ser aumentado, según nuestra experiencia, esta curva se modifica:



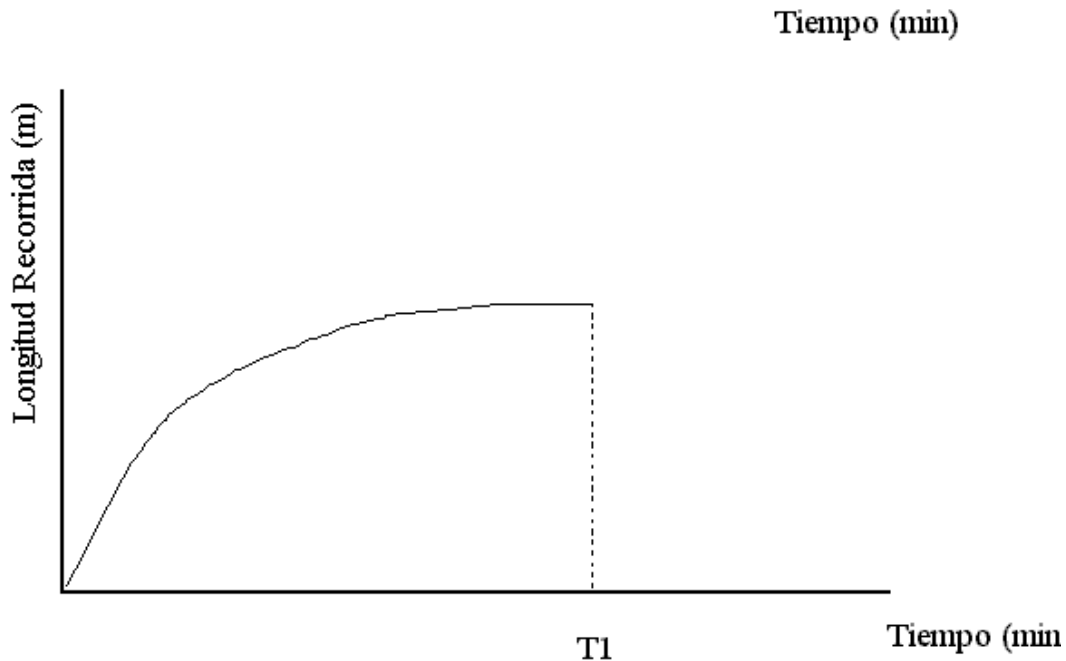


Hoja Técnica N° 7

Alcance del agua en el surco

Para comprender lo que sucede en el surco con el agua sigamos su proceso desde la salida de la compuerta hasta el final del surco. Ya hemos definido un q_m y tenemos un surco de pendiente m con un largo cualquiera, supongamos 300 m. En los primeros metros de la cabecera la totalidad agua empuja y escurre rápidamente, a medida que avanza el q_m va dejando parte de si en el proceso de infiltración. De tal manera que al alcanzar los 100 m su caudal real es mucho menor a q_m . Si es mucho menor, por ende su fuerza de escurrimiento también lo será, reduciendo así drásticamente su velocidad. Ahora nos trasladamos a los 200 m desde el inicio, ya una cantidad importante del agua ha quedado en el terreno y su velocidad es notablemente más lenta. Este proceso de infiltración y avance se va desarrollando hasta un momento en que ya no queda mas agua en el surco y por ende no existe avance. Este es el proceso que ocurre en un riego continuo.

En síntesis, dada una pendiente, una textura de suelo y un caudal el agua avanzará rápidamente al inicio, disminuyendo paulatinamente su velocidad (y volumen) hasta una longitud máxima, a partir de la cual no podrá ser posible realizar el avance. Esto se refleja claramente en el gráfico que mostramos a continuación.



El tramo de la curva que es lineal nos refiere a la velocidad máxima de escurrimiento, este es el tramo en el cual el avance es recomendable en cuanto a la eficiencia. Cuando la

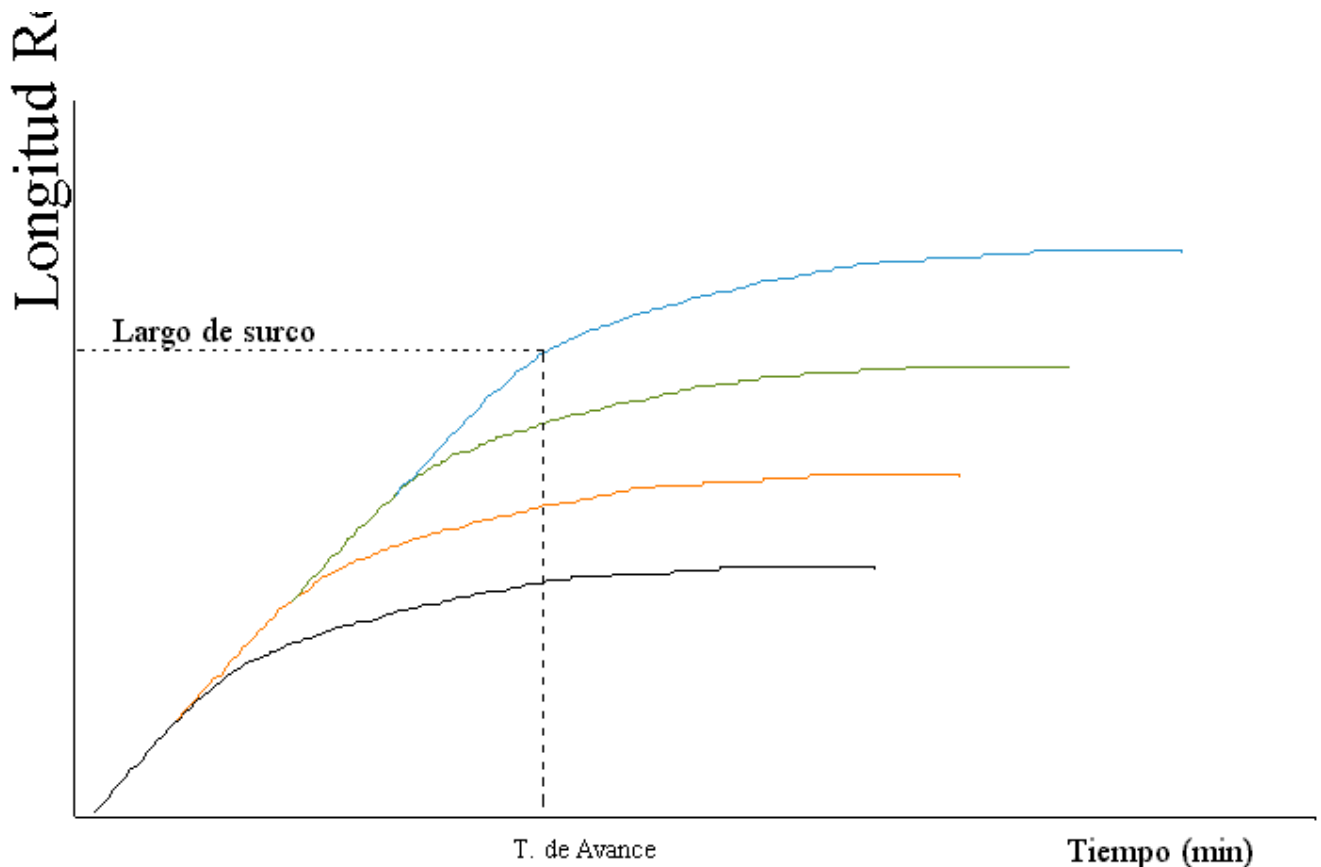


Hoja Técnica N° 7

velocidad de avance disminuye, el agua se infiltra en mayor cantidad distorsionando la uniformidad del mismo.

En un riego aplicado bajo la técnica del caudal discontinuo esta curva se modifica de la siguiente manera pero para entender el nuevo proceso, debemos recordar cómo se modifica la infiltración del suelo en los diferentes pulsos de riego (ver HT4).

En el primer pulso, la curva no sufre modificaciones (curva negra), pero si en los subsiguientes, debido a la baja capacidad de infiltración de los tramos mojados, casi la totalidad de q_m alcanza sucesivamente la parte seca del surco y el proceso de la curva se inicia desde ese punto (curvas naranja, verde y azul) en cada uno de los ciclos.



Observamos que para el período de tiempo determinado (T_a) por las velocidades máximas de escurrimiento en cada pulso, **podremos duplicar, triplicar y hasta cuadruplicar** la longitud del surco respecto de un sistema tradicional, sin perder eficiencia.



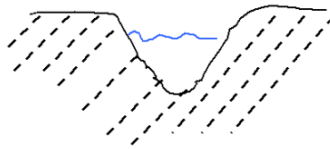
Hoja Técnica N° 7

Grado de humedad residual del suelo (h^0)

Es muy diferente el comportamiento de un suelo cuando es el primer riego de la campaña o bien es un riego de reposición. Tal como hemos hablado en la HT5, un suelo que tenga agua entre sus espacios inter granulares tendrá una avidez menor de absorber agua que un suelo seco. Un regante experimentado sabe que el primer riego de la temporada le llevará más tiempo que los siguientes.

Del conocimiento del su lote, el comportamiento con el agua y de las necesidades de su cultivo, el productor tendrá un abanico de pautas para determinar la frecuencia de riego que mejor le convenga para su actividad.

Conformación del surco



Surco tipo V

El tipo de surco, su conformación y su acabado influyen decididamente en la eficiencia del uso del agua. Básicamente podemos señalar dos tipos de surco: tipo "V" y el "Palangana"



Surco tipo Palangana

En el primero el perímetro mojado del surco es menor que en el tipo Palangana, por ende su rozamiento será menor y su capacidad de transporte mucho mayor. El tipo "V" es aconsejable para pendientes muy bajas y/o suelos arenosos. Cuando las pendientes son mayores y su capacidad de infiltración es menor (suelos arcillosos) deberíamos ir a un surco tipo "palangana".

Compactación del surco

Es práctica usual y muy recomendada, incorporar durante el mismo trabajo de conformación del surco, balas de arrastre, para que compacten la superficie. De esa forma disminuir la infiltración y aumentar la resistencia a la erosión del suelo. Las balas utilizadas se pueden hacer con tramos de tubos rellenos de hormigón, postes o bien con partes viejas metálicas. Existen también dispositivos más sofisticados, que aplicados al implemento agrícola, compactan el surco en la misma pasada de laboreo.

Estructura del suelo

La estructura de un suelo evoluciona a lo largo de su actividad agrícola. Un campo virgen tiene una estructura muy diferente a la de un campo trabajado. Incluso esta varía dentro de una misma campaña en función de los riegos aportados. Esta variación de su estructura cambia los tiempos de escurrimiento y por ende los tiempos de avance del agua.